

# CARACTERIZAÇÃO DA IDENTIDADE MORFOLÓGICA DO ESPAÇO ARQUITETÔNICO DE UMA HABITAÇÃO EVOLUTIVA

## MORPHOLOGICAL IDENTITY CHARACTERIZATION APPLIED ON ARCHITECTURAL SPACE OF AN EVOLUTIONARY HOUSING

Sonia Santos de Alencar Ludovico<sup>1</sup>, Douglas Queiroz Brandão<sup>1</sup>

**RESUMO:** Este artigo trata da análise morfológica do arranjo espacial arquitetônico de uma habitação projetada para um condomínio horizontal na cidade de Cuiabá, Mato Grosso. Refere-se a um trabalho desenvolvido no âmbito do Grupo Multidisciplinar de Estudos da Habitação, da Universidade Federal de Mato Grosso. Entre alguns fatores que imprimem características de qualidade a uma habitação estão a flexibilidade e a ampliabilidade (capacidade evolutiva), e a condição para isso ocorrer depende inteiramente da forma gerada no projeto. Considerando que a configuração geométrica dos espaços projetados resulta ou não em uma forma que potencializa a capacidade evolutiva, o dinamismo e a longevidade da habitação, este artigo procura mostrar, através da aplicação da metodologia da gramática da forma, a decomposição da planta arquitetônica de uma habitação. A aplicação dessa metodologia possibilitou identificar o vocabulário das formas emergentes do processo conceutivo, avaliar o tipo de flexibilidade proposta nos projetos como um quesito de qualidade projetual e detectar o potencial evolutivo da habitação. Como resultado das análises realizadas, constatou-se que a conformidade com os critérios de qualidade de projeto é determinada através da habilidade e visão do projetista de prever condições que possibilitem e favoreçam a aplicação dos princípios de qualidade projetual. No caso estudado, aspectos como a capacidade de expansão da habitação, observada através do seu potencial evolutivo, e a possibilidade de expansão e flexibilidade contínua da moradia foram identificados e analisados no projeto.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gramática da Forma; Habitação Evolutiva; Morfologia; Qualidade do Projeto Habitacional.

**ABSTRACT:** This paper deals with morphological analysis of the architectural design of a housing which was produced for a horizontal condominium in Cuiabá, Mato Grosso, Brazil. It refers to a work developed in the Multidisciplinary Housing Studies Group from Federal University of Mato Grosso. Assuming that flexibility and evolutionary capacity are among the factors that insert quality characteristics to housing, these possibilities depend entirely on the generated form in the conception phase. Considering that the geometrical configuration of the projected spaces enables conducting or not to a form which potentiates the evolutionary capacity, dynamism and longevity of the housing, this paper demonstrates, through the application of the shape grammar methodology, the decomposition of the architectural plan of housing. With this methodology, it was possible to identify the vocabulary of emerging forms of conception process, to identify the kind of flexibility proposed on the projects as a criterion of design quality and to detect the evolutionary potential of the housing. As a result of the analysis, it was observed that compliance with the design quality criteria is determined by the designer's skill and vision to predict conditions that enable and foster the application of quality principles. Aspects such as the capacity of expanding the housing, seen through its evolutionary potential, and the possibility of continued evolution and flexibility of the house were observed in this study.

**KEYWORDS:** Shape Grammar; Evolutionary Housing; Morphology; Housing Design Quality.

<sup>1</sup> Universidade Federal de Mato Grosso

**Fonte de financiamento:**

A primeira autora teve o apoio de uma bolsa de mestrado concedida pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes)

**Conflito de interesse:**

Declararam não haver

**Submetido em:** 17/04/2016

**Aceito em:** 08/10/2017

**How to cite this article:**

LUDOVICO, S. S. A.; BRANDÃO, D. Q. Caracterização da identidade morfológica do espaço arquitetônico de uma habitação evolutiva. *Gestão e Tecnologia de Projetos*, São Carlos, v. 13, n. 1, p. 39-58, 2018. <http://dx.doi.org/10.11606/gtp.v13i1.114463>



## INTRODUÇÃO

Em se tratando de arquitetura habitacional, a forma geométrica tem sido uma das principais condicionantes de projeto. Os materiais, as técnicas construtivas e as diferentes maneiras como seus componentes são integrados impõem ou sugerem uma geometria a cada habitação. Essa geometria, também chamada de geometria da construção, é aquela que condiciona as formas dos espaços que define (UNWIN, 2013). Na concepção arquitetônica das habitações, a geometria da construção assume papel fundamental, embora não seja frequentemente exata e retangular. Esta regulariza as dimensões e o leiaute dos espaços, embora as formas geradas nestes estejam condicionadas pelas práticas construtivas atuais e pelos materiais disponíveis e suas características.

No que se refere à geometria da construção, é possível elencar alguns dos fatores condicionantes da forma geométrica gerada nas habitações, como: o custo da construção; a qualidade do projeto arquitetônico; a possibilidade de evolução da habitação no decorrer de sua vida útil; as opções de flexibilidade expressas no projeto de maneira a adaptá-lo a seus possíveis usuários; e a modulação e a racionalização dos processos construtivos adotados para o projeto. Segundo Pina e Kowaltowski (2000, p. 1), “o espaço do morar é resultado de um processo criativo, conduzido pelas necessidades sociais e culturais da integração homem-casa, que transcende a forma geométrica”. Essa integração ultrapassa a racionalidade dos programas de necessidades, pois compreende a vida privada, seu conforto e sua intimidade, suas rotinas domésticas e seus trabalhos, seus significados e valores desenvolvidos em um espaço físico que se transforma em decorrência da evolução da família e da sociedade.

Contudo, cabe expressamente à arquitetura o propósito de garantir que o espaço da moradia se desenvolva em circunstâncias ideais, já que seu desempenho depende do equacionamento das condições de construção, do meio físico, dos aspectos socioeconômicos e culturais, da legislação, dos equipamentos urbanos e da infraestrutura (PINA; KOWALTOWSKI, 2000).

## A HABITAÇÃO EVOLUTIVA E FLEXÍVEL

A diversificação demográfica e o modo de vida contemporâneo, com a eclosão da nova configuração da família moderna (não tradicional), tem se tornado fator condicionante na demanda por habitações mais flexíveis e adaptáveis. Assim, para atender ao perfil desse novo usuário, a habitação concebida com características evolutivas pode, de uma forma interativa e dinâmica, ser adaptada com facilidade às necessidades e exigências de seus ocupantes (BRANDÃO; HEINECK, 2003; BRANDÃO, 2006).

O termo habitação evolutiva refere-se à expansibilidade e extensão das moradias e remete na mesma proporção ao conceito de habitação flexível ou adaptável, sendo este um conceito que exige previsão e projeção no projeto. Para Brandão (2006, p. 11), “promover condições mínimas de habitabilidade, conforto e qualidade das unidades geradas é tão importante quanto reduzir o déficit de moradias no país”. No entanto, a possibilidade que o usuário tem de modificar e personalizar a habitação, seja na fase de construção, seja na fase de pós-ocupação, é considerada atributo essencial para um projeto de arquitetura evolutiva. O morador expressa o desejo de fornecer à sua residência, dentro do que é possível, uma característica individual tanto dentro como fora.

De acordo com Rosso (1980), uma habitação é considerada polivalente ou evolutiva quando, dada à maneira como foram concebidos seus espaços, permite alterar os usos dentro dela, ocupá-la de maneiras variadas, distribuindo as funções diferentemente. Apesar de o termo habitação evolutiva remeter ao aspecto de expansibilidade das moradias, os termos habitação flexível ou habitação adaptável são abordados com o mesmo designo.

Galfetti (1997) conceitua a flexibilidade como “o grau de liberdade que torna possível a diversidade de modos de vida”. A capacidade, a variação de possibilidade de personalização do espaço e o desejo de fornecer uma individualização da moradia são características próprias do ser humano. As razões pelas quais o usuário deseja alterar sua habitação são várias e estão fortemente correlacionadas a fatores simbólicos, culturais e estéticos. Ao transformar o espaço em busca de sua satisfação, o homem personifica e territorializa o ambiente construído através de pequenas adaptações e intervenções. Tais adaptações, por muitas vezes, ocorrem de maneira desordenada por meio de soluções que conduzem não só à disfuncionalidade dos espaços como também à falta de eficiência.

A flexibilidade nas habitações de modo geral está diretamente relacionada à questão da qualidade de projeto e se justifica à medida que a individualização do morar tende a se acentuar. Nesse contexto, o papel do arquiteto contemporâneo é fundamental no intuito de propor soluções inteligentemente viáveis e flexíveis para habitações futuras. A organização do espaço e o projeto devem ser compatíveis com diferentes padrões de vida no decorrer do tempo, ou seja, com a multiplicidade de usos. (BRANDÃO; HEINECK, 2003).

Tendo em vista que a configuração geométrica dos espaços projetados possibilita conduzir ou não a uma forma que potencialize a capacidade evolutiva, o dinamismo e a longevidade da habitação, este artigo vem demonstrar, através da aplicação da metodologia da gramática da forma, a decomposição da planta arquitetônica de uma habitação. Tal método é importante ferramenta de suporte para estudos futuros de melhorias da qualidade e produtividade do segmento habitacional, podendo ainda criar perspectivas de flexibilidade na concepção e gerar diversas possibilidades que podem ser analisadas e comparadas entre si durante o processo de tomada de decisão no projeto (MORAIS; SANTOS; PINA, 2014).

De acordo com Mussi (2011, p. 63), “o objetivo de se utilizar a gramática da forma em habitações evolutivas é de utilizá-la como ferramenta para adaptação de habitações mínimas existentes em habitações evolutivas, condizentes com as novas necessidades que se modificam ao longo de uma história familiar”. Preferencialmente modificações que permitam expandir a área da habitação, levando-se em conta o terreno onde está implantada, sendo, portanto, necessário estabelecer marcadores que delimitem o terreno e a necessidade de se parametrizar as dimensões do lote, além das dimensões da habitação.

## **A GRAMÁTICA DA FORMA**

A gramática da forma consiste em uma metodologia capaz de gerar e analisar projetos bidimensionais e tridimensionais. Segundo Celani et al. (2006, p. 182), esse formalismo restringe-se a um “sistema de geração de formas baseado em regras”. Duarte (2007, p. 13) adota a definição de gramática da forma como sendo o “formalismo usado no sistema de projeto proposto para desenvolver novas soluções de projeto, resolvendo desse modo o problema da geração”.

Inicialmente, a gramática da forma foi introduzida com o objetivo de contribuir como um sistema gerador de formas no campo das artes (tanto na pintura quanto na escultura). Gramática, segundo Duarte (2007, p. 13), é como “um conjunto de regras de substituição que se aplicam recursivamente a uma afirmação inicial para produzir uma afirmação final”. Esse formalismo que eclodiu no início da década de 1970 por meio de estudos introduzidos por Stiny e Gips, denominado gramática da forma, teve sua fundamentação no sistema de produção originado pelo matemático Emil Post (1943) e pela gramática generativa do linguista Noam Chomsky (1957). A gramática da forma é composta por regras, vocabulário e relação espacial entre as formas. Seu emprego inicia-se com a aplicação de uma

regra (estabelecida pela relação espacial entre as formas envolvidas) a uma forma inicial.

O aprimoramento da gramática da forma por parte dos pesquisadores desencadeou um incremento no sistema original, trazendo à metodologia novas tipologias, aplicações e abordagens como: a gramática da forma analítica; a gramática paramétrica; a gramática generativa ou original ou de projeção; a gramática predefinida (set grammar); a gramática com marcadores; e a gramática da cor. A gramática generativa, aprimorada nos anos 1950 por Noam Chomsky, é conceituada por Celani et al. (2006, p. 182) como sendo “um conjunto de regras por meio das quais se podem gerar todas as sequências de palavras (frases) válidas em uma linguagem, por meio de substituições a partir de um símbolo inicial”.

Basicamente, para a construção de uma gramática espacial são necessários três elementos fundamentais: (1) os elementos (ou formas), aos quais são aplicadas as regras; (2) as regras a serem aplicadas, construídas por algum tipo de transformação (euclidiana); e (3) um operador booleano (indicadores ou marcadores). As transformações básicas aplicadas às formas consistem em transformações euclidianas como: tradução, rotação, reflexão, escala e identidade, podendo ser feitas em diferentes dimensões e em variados tipos de formas.

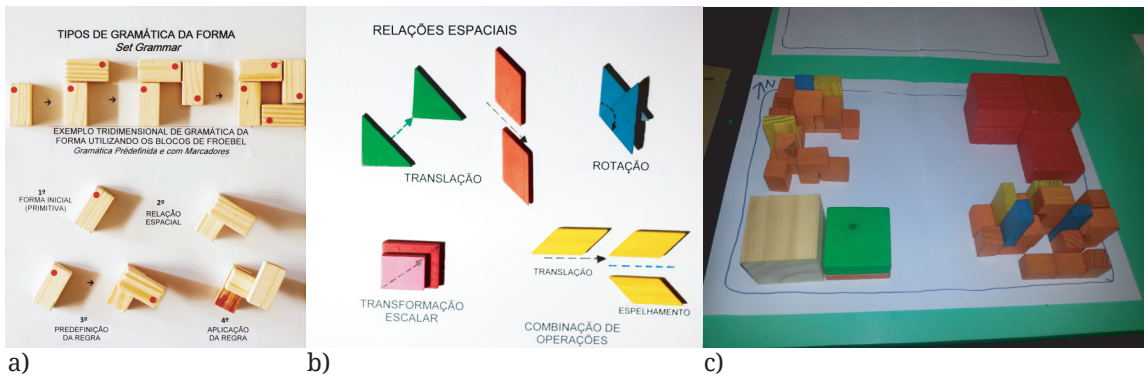
Segundo Verkerk (2014), existe uma gramática de formas baseada em regras que podem ser aplicadas de maneira recursiva a uma forma inicial e que resulta em novos tipos, na qual as regras baseiam-se em relações espaciais entre a forma original e as novas formas. Ainda segundo o mesmo autor, “as regras são construídas em uma situação de antes e depois” (VERKERK, 2014, p. 4-5). Antes, quando novas formas são incorporadas à forma original; e depois, quando resulta em uma forma transformada, originada a partir de uma operação de transformação.

A metodologia da gramática da forma possibilita, ainda, o compartilhamento das regras de uma ou mais tipologias de gramática, como exemplificado na aplicação da gramática predefinida (set grammar). Conforme ilustra a Figura 1a, a utilização de marcadores (labels) demonstra o aspecto determinístico e sequencial das regras aplicadas (gramática predefinida), associada ao aspecto de ordenação e controle dos marcadores.

Por sua vez, a gramática da cor consiste em uma das variações da gramática da forma. Desenvolvida por Knight (1993-1994), pode ser aplicada para auxiliar na distinção funcional dos espaços e/ou identificar a possibilidade evolutiva dos espaços construídos.

Os elementos conceptivos da gramática da forma são definidos da seguinte forma:

- 1) Vocabulário das formas – consiste em um conjunto finito de formas primitivas (bi e/ou tridimensionais) utilizadas na composição da gramática (Figura 1a).
- 2) Relação espacial entre as formas – consiste em operações espaciais estabelecidas entre as formas primitivas do vocabulário das formas, como: translação, espelhamento, adição, subtração, rotação, roto-translação e transformação escalar (Figura 1b).
- 3) Regras formais – consistem na combinação das operações e/ou transformações espaciais.
- 4) Formas primitivas (iniciais) – consiste no conjunto de formas pertencentes ao vocabulário das formas. Referem-se aos elementos iniciais da construção da concepção do projeto. Através desses elementos conceptivos, pode-se identificar a sucessão e evolução das etapas de composição do projeto com o uso da metodologia da gramática da forma.



- Associação da gramática pré-definida e com marcadores (simulação);
- Associação da gramática da forma e gramática da cor. Identificação de setores funcionais da edificação;
- Operações espaciais entre as formas;

**Figura 1:** Simulação da aplicação da gramática da forma.

**Fonte:** Acervo pessoal

A ocorrência do processo analítico da gramática pode ser organizada em: estágio 1 – decomposição (quando ocorre a extração das regras de uma linguagem arquitetônica); estágio 2 – conversão (quando ocorre a manipulação das regras identificadas e extraídas); estágio 3 – síntese (quando ocorre a criação das próprias regras para satisfazer um programa pré-definido) (KNIGHT, 1999). Ainda este mesmo autor destaca a importância de se utilizar o processo analítico da gramática da forma como uma maneira de se obter maior conhecimento e aprofundamento da linguagem projetual, especialmente no que tange aos aspectos compositivos do projeto.

A gramática da forma, associada à gramática da cor, tem sido constantemente utilizada por projetistas, como metodologia de concepção arquitetônica, especialmente de projetos de Habitação de Interesse Social (HIS) tanto no Brasil quanto no exterior. O estudo volumétrico e modular através dos blocos geométricos tem sido uma ferramenta conceitual de projeto e de planejamento e previsão dos espaços habitáveis. Na composição da gramática, o processo aditivo consiste no acréscimo de módulos a partir de uma forma básica inicial. Posteriormente, o acréscimo de mais módulos possibilita a expansão da edificação. Pode-se observar esse método compositivo nos projetos das casas de pradaria de Frank Lloyd Wright. A partir de um núcleo inicial (forma básica inicial), o processo aditivo (progressão) ocorre com a adesão de mais módulos que são adicionados posteriormente e gradativamente ao núcleo inicial.

## OBJETIVOS E ASPECTOS ANALISADOS

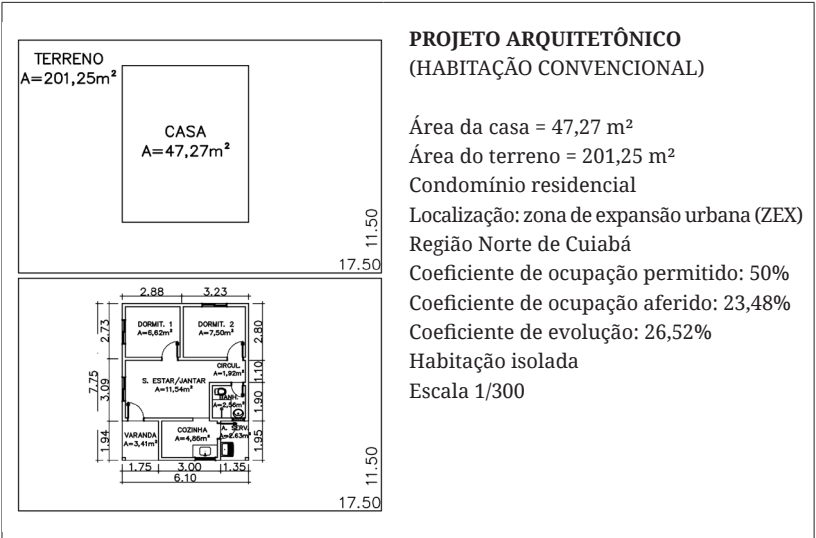
Este estudo compreende uma análise morfológica no projeto arquitetônico de uma habitação convencional situada em um condomínio horizontal na cidade de Cuiabá, Mato Grosso. O trabalho foi desenvolvido no âmbito do Grupo Multidisciplinar de Estudos da Habitação da Universidade Federal de Mato Grosso, e resultou em uma dissertação de mestrado pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia de Edificações e Ambiental, da mesma instituição.

O objetivo da análise consistiu na extração das regras formais de composição do projeto (Figura 2), partindo da forma geométrica do terreno e da forma original do projeto da habitação, associando a gramática da cor para identificação dos setores funcionais e dos ambientes da habitação.

Quanto aos critérios de flexibilidade e ampliabilidade de projeto, foram evidenciados quesitos em conformidade com as diretrizes de projeto evolutivo flexível adotado por Brandão (2006). A aplicação do método de análise da pesquisa possibilitou ainda averiguar:

- 1) O potencial evolutivo, mensurado pela porcentagem de reserva de espaço (provisão de espaço).
- 2) Se o potencial evolutivo inclui a reserva de espaço destinada à garagem.
- 3) As regras de inserção da garagem à forma geométrica inicial.
- 4) Com respeito à configuração espacial, quais os critérios atendidos pela habitação no que se refere a um projeto evolutivo flexível.
- 5) A setorização funcional dos espaços e a proporção das áreas.
- 6) A possibilidade de racionalização construtiva decorrente da geometria dos arranjos dos espaços.

Figura 2: Dados do projeto analisado.  
Fonte: Elaborada pelos autores



MÉTODO DE ANÁLISE

A etapa preliminar consistiu na padronização de cores para a identificação das zonas funcionais e a convenção da simbologia e da nomenclatura adotada na análise. Para isso definiu-se uma legenda de cores para identificar em planta baixa os setores funcionais da habitação e os módulos dos ambientes na fase de definição do vocabulário das formas, conforme identificados no Quadro 1, e também uma simbologia para formalizar as operações (Figura 3).

	MARCADORES DE INSERÇÃO MODULAR "MI" (Considera-se a junção das Paredes)	REGRA →	INDICADOR DE APLICAÇÃO DE REGRAS
(a; b)	COORDENADA DE POSICIONAMENTO MODULAR	---→	INDICADOR DE PREPARAÇÃO PARA APLICAÇÃO DE REGRAS
MO (O; O)	MARCADOR DE ORIGEM "MO" (Ponto de referência para o posicionamento Modular)		INDICADOR DE OPERAÇÃO DE REFLEXÃO (ESPELHAMENTO)
"X"	COORDENADA DE DIMENSIONAMENTO MODULAR (Dimensão no sentido longitudinal do setor de implantação)		INDICADOR DE OPERAÇÃO DE DUPLICAÇÃO
"Y"	COORDENADA DE DIMENSIONAMENTO MODULAR (Dimensão no sentido transversal do setor de implantação)		INDICADOR DE OPERAÇÃO DE ROTAÇÃO
MF	MARCADOR DE FINALIZAÇÃO DA SEQUENCIA DE REGRAS	U	INDICADOR DE OPERAÇÃO DE UNIÃO
MI	MARCADOR DE INSERÇÃO DE MÓDULO		INDICADOR DE OPERAÇÃO DE INTERSECÇÃO

Figura 3: Legenda de identificação de marcadores.  
Fonte: Elaborada pelos autores

Estabeleceu-se a identificação dos setores a partir da determinação de suas siglas e cores correspondentes. A identificação dos módulos de ambientes foi estabelecida a partir da função de cada ambiente que o compõe:



**Quadro 1:** Identificação dos sistemas construtivos convencionais.

Sigla	Setor	Cor/Identificação	Módulos do Setor	Ambientes
S1	Implantação		MT – Terreno	Lote/Terreno
S2	Convivência		MS – Social	Sala de estar/Jantar/TV/Varanda
S3	Privativo		MP – Privativo	Dormitório/Suíte
S4	Úmido		MH – Hidráulico	Cozinha/Área de serviço/Banheiro
S5	Transição		MC – Circulação	Corredor/Hall de entrada
S6	Adicional		ME – Evolutivo	Garagem/Extensão da área de serviço ou varanda/Cômodo adicional

Fonte: Elaborado pelos autores

## Módulo de ambiente

Cada módulo corresponde a um ambiente da planta baixa e ao terreno onde a habitação deve ser implantada. O módulo de ambiente foi representado por uma figura geométrica tridimensional, ao passo que o módulo correspondente ao terreno, por um módulo plano. A inserção de cada módulo ocorreu gradativamente de acordo com a inserção em planta baixa dos marcadores de inserção. Além da identificação dos módulos de ambiente de acordo com a característica e função que desempenham, classificou-se cada módulo de acordo com sua categoria gramatical:

- 1) Módulo concreto: que não deriva de nenhum outro módulo.
- 2) Módulo gerador: que é utilizado para dar origem a outro(s) módulo(s).
- 3) Módulo derivado: que é originado a partir de um módulo gerador.
- 4) Módulo evolutivo: de expansão (adicionado posteriormente).

## Marcadores de origem e de inserção de módulo

O marcador de origem (MO) determina o início da aplicação das regras. A partir da sua inserção no módulo de implantação (terreno) e a indicação do recuo frontal, dá-se início a inserção do primeiro módulo de ambiente. Cada módulo de ambiente deve ser posicionado no módulo de implantação (terreno/plano) a partir da inserção do marcador de inserção (MI). O MI deve ser posicionado de acordo com as coordenadas de posicionamento (a, b). As coordenadas indicam o ponto de inserção do módulo de ambiente, a partir do MO.

## Regras da gramática

Na aplicação das regras da gramática ocorrem operações geométricas entre os módulos. Essas operações são identificadas a partir da legenda de símbolos e, à medida que são aplicadas as regras da gramática, ocorre a evolução gradativa da habitação. Cada regra corresponde às seguintes ações:

- 1) Criação de módulo.
- 2) Operação espacial entre os módulos.
- 3) Inserção de módulo.
- 4) Identificação das etapas.

## Etapas da gramática

A classificação da gramática por etapas distintas identifica e caracteriza cada fase de evolução da habitação:

- 1) Etapa de concepção modular: formação e criação dos módulos de ambiente.
- 2) Etapa de locação modular: inserção do primeiro módulo de ambiente ao módulo plano de implantação.
- 3) Etapa de conjugação modular: inserção dos demais módulos de ambiente e finalização da forma original da tipologia.
- 4) Etapa evolutiva: expansão e ampliação da forma original.

O projeto em questão é de uma habitação construída pelo sistema convencional, com 47,27 m² de área construída em um terreno de 201,25 m². Foi utilizado em três condomínios horizontais, localizados em uma zona de expansão urbana (ZEX), na Região Norte da cidade de Cuiabá.

De acordo com a localidade do condomínio, estabeleceu-se como parâmetro para aferir o potencial evolutivo da habitação (Tabela 1) o coeficiente de ocupação máximo permitido para a zona em que o condomínio está implantado. No caso, esse coeficiente é de 50%. A partir de então, aferiu-se o coeficiente de ocupação da habitação, que consiste na razão entre a área de projeção da edificação (área construída) e a área do terreno.

Tabela 1: Aferição do potencial evolutivo.

Área construída da casa (m²)	Área do terreno (m²)	Coeficiente de ocupação (%)	Reserva de espaço (m²)
47,27	201,25	23,48	53,38
Potencial evolutivo do projeto (Coeficiente de evolução)			26,52%

Fonte: Elaborada pelos autores

O coeficiente de evolução (potencial evolutivo) da habitação é de 26,52% da área do terreno. Esse coeficiente corresponde à reserva de área permitida para a habitação. Com relação aos afastamentos da edificação no terreno, os recuos laterais, frontais e posteriores balizaram o sentido de expansão e evolução da habitação.

Desenvolvimento da gramática da forma

A análise da morfologia do projeto ocorreu a partir da decomposição da planta baixa da habitação. A partir da utilização da gramática da forma, associada à gramática da cor, pôde-se extrair as regras de composição dos espaços do projeto.

Os setores funcionais do projeto foram estabelecidos a partir dos seus respectivos ambientes e identificados a partir da legenda de cores pré-estabelecida na Tabela 1:

S1 = Setor de Implantação: composto por módulo de implantação (terreno).

S2 = Setor de Convivência: composto por módulos sociais (sala de estar/jantar e varanda).

S3 = Setor Privativo: composto por módulos privativos (dormitórios).

S4 = Setor Úmido: composto por módulos hidráulicos (banheiro social, área de serviço e cozinha).

S5 = Setor de Transição: composto por módulos de circulação (corredor).

S6 = Setor Adicional: composto por módulos evolutivos (garagem, extensão da varanda e cômodo adicional).

A decomposição do projeto da habitação foi possibilitada a partir da aplicação da gramática da forma em ordem reversa, isto é, partindo da forma final (planta baixa), para a forma básica inicial (o terreno). Cada módulo de ambiente é adicionado ao módulo de terreno (MT) a partir da inserção dos MI, sendo que cada um destes é posicionado de acordo com a sua coordenada de posicionamento (a, b). Conforme a Tabela 2, as coordenadas referentes a cada marcador de inserção são:



Tabela 2: Identificação dos marcadores.

Sigla	Ordem de inserção do marcador de módulo	Coordenada de posicionamento (a, b)
MO	marcador de origem	(0; 0)
MF	marcador de finalização	Inserido no módulo privativo 2 (MP2)
MI-1	1º marcador de inserção	(5,08; 4,53)
MI-2	2º marcador de inserção	(6,83; 4,53)
MI-3	3º marcador de inserção	(6,83; 2,58)
MI-4	4º marcador de inserção	(5,08; 7,53)
MI-5	5º marcador de inserção	(9,68; 4,53)
MI-6	6º marcador de inserção	(11,03; 4,53)
MI-7	7º marcador de inserção	(9,35; 7,53)
MI-8	8º marcador de inserção	(7,88; 7,53)
MI-9	9º marcador de inserção	(5,08; 5,00)
MI-10	10º marcador de inserção	(5,08; 2,58)
MI-11	11º marcador de inserção	(11,03; 10,18)

Fonte: Elaborada pelos autores

A Figura 4 ilustra o posicionamento de cada marcador de inserção a partir de sua coordenada de posicionamento (a, b).

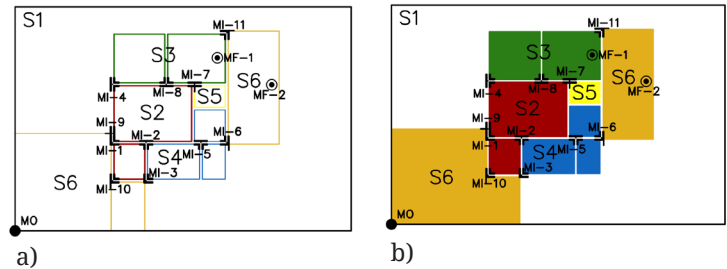


Figura 4: Locação dos marcadores de inserção e dos setores funcionais.

Fonte: Elaborada pelos autores

Definição do vocabulário das formas da habitação

A etapa de definição do vocabulário consistiu em uma das etapas da fase inicial, em que se estabeleceu a formação de um vocabulário de formas básicas iniciais da gramática, identificando cada módulo de ambiente de acordo com a sua categoria gramatical (Figura 5).

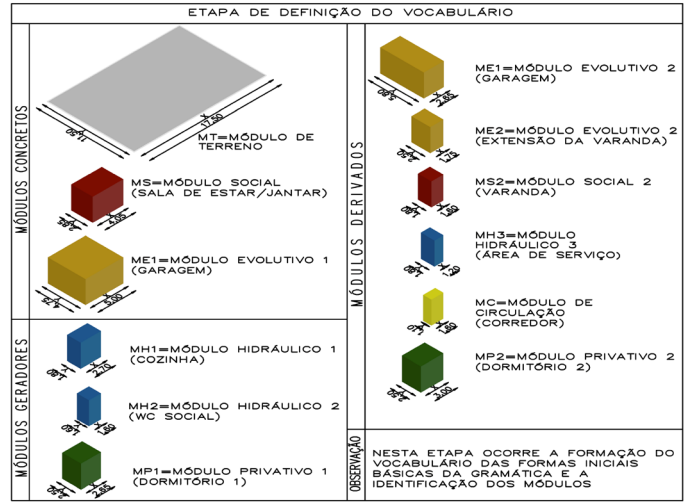
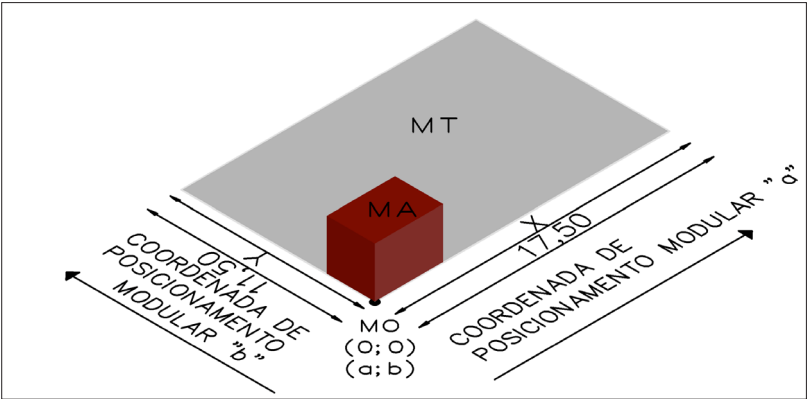


Figura 5: Posicionamento prévio dos marcadores de inserção e identificação dos setores.

Fonte: Elaborada pelos autores

A relação espacial entre as formas iniciais (terreno de implantação e módulo de ambiente) (Figura 6) teve como referência o MO que indicou o ponto inicial. A partir do marcador de origem, as coordenadas de posicionamento modular (a, b), que indicaram o deslocamento do módulo de ambiente no MT.

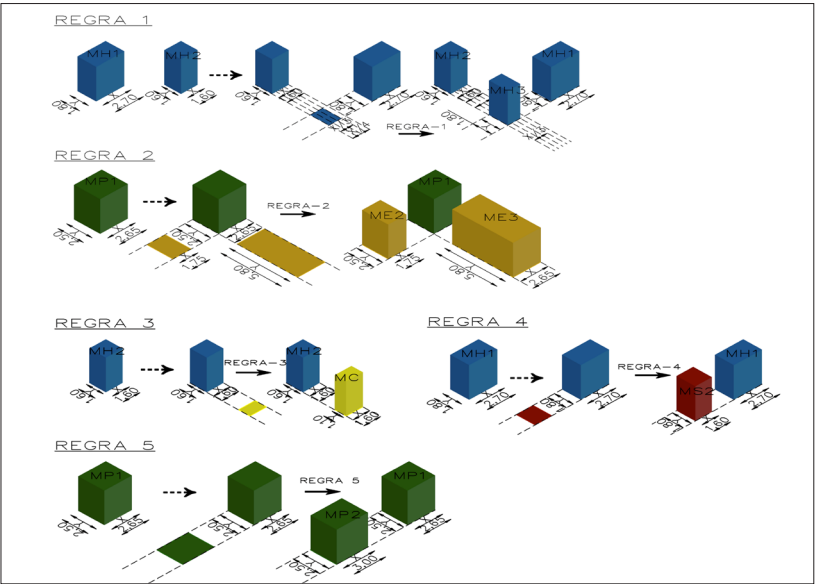
**Figura 6:** Relação espacial entre as formas iniciais.  
**Fonte:** Elaborada pelos autores



**Etapa de concepção modular**

Essa etapa correspondeu à fase de criação de cada módulo (quando ocorre transformação de uma forma original em uma subforma que equivale a um novo módulo). Concluiu-se tal etapa com a formulação de cinco regras, descritas e ilustradas na Figura 7:

**Figura 7:** Regras 1, 2, 3, 4 e 5.  
**Fonte:** Elaborada pelos autores



Na regra 1 (Figura 7), a subdivisão em cinco partes iguais da face “X” do módulo hidráulico 2 (MH2) foi utilizada para gerar a face “X” do módulo hidráulico 3 (MH3). Simultaneamente, a face “Y” do módulo hidráulico 1 (MH1) foi utilizada para gerar a face “Y” do mesmo módulo. Ainda conforme a Figura 7, na regra 2, os módulos evolutivos 2 e 3 (ME2 e ME3) são subformas emergentes de ambas as faces do módulo privativo 1 (MP1). Desse modo, o mesmo módulo foi utilizado como gerador de dois módulos derivados. Na regra 3, a face “X” do MH2 foi utilizada para gerar apenas a face “X” do módulo de circulação (MC). Ao passo que na regra 4 a face “Y” do MH1 foi utilizada para gerar a face “Y” do módulo social 2 (MS2). Já na regra 5, a face “Y” do MP1 foi utilizada para gerar a face “Y” do módulo privativo 2 (MP2).

Etapa de locação modular

Essa etapa correspondeu à fase de delimitação dos recuos e inserção do primeiro módulo ao MT, iniciada a partir da regra 6 (Figura 8). Como demonstrado nessa regra, a partir da inserção do MO, ocorre a indicação do recuo frontal no MT.

Na regra 7 (Figura 8), a partir do marcador de origem, indicou-se como primeiro marcador de inserção (MI-1) o ponto de locação do MS2. Para concluir a regra 8 (Figura 9), a partir da locação do primeiro marcador de inserção, incorporou-se o primeiro módulo de ambiente ao MT.

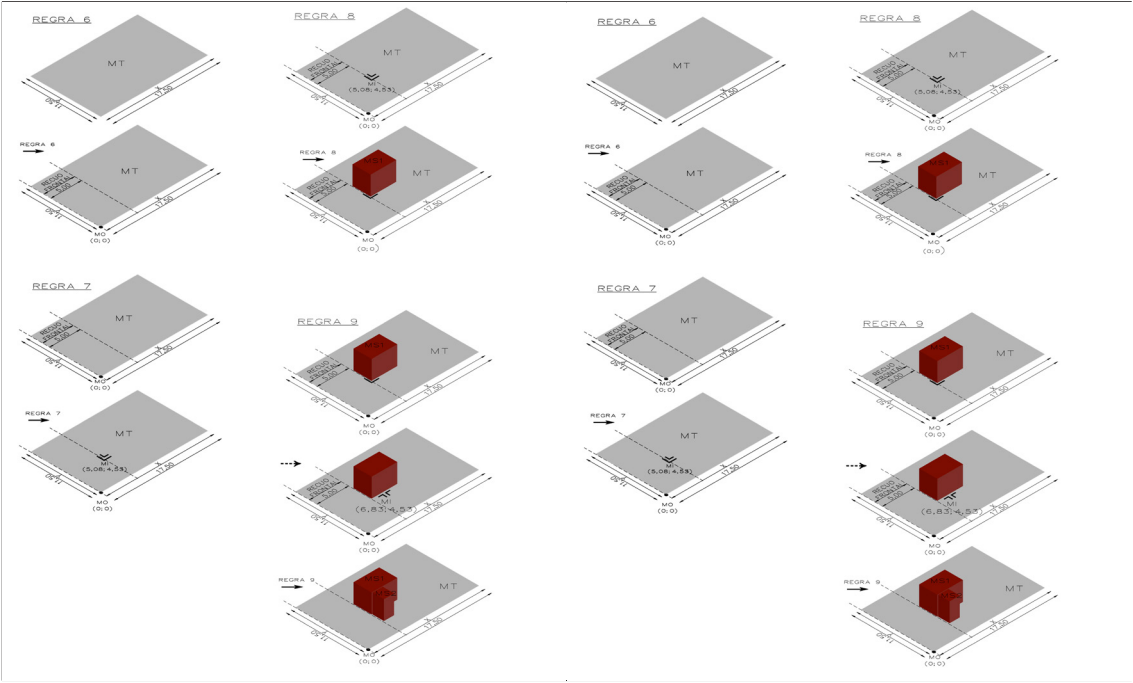


Figura 8: Regras 6 e 7.  
Fonte: Elaborada pelos autores

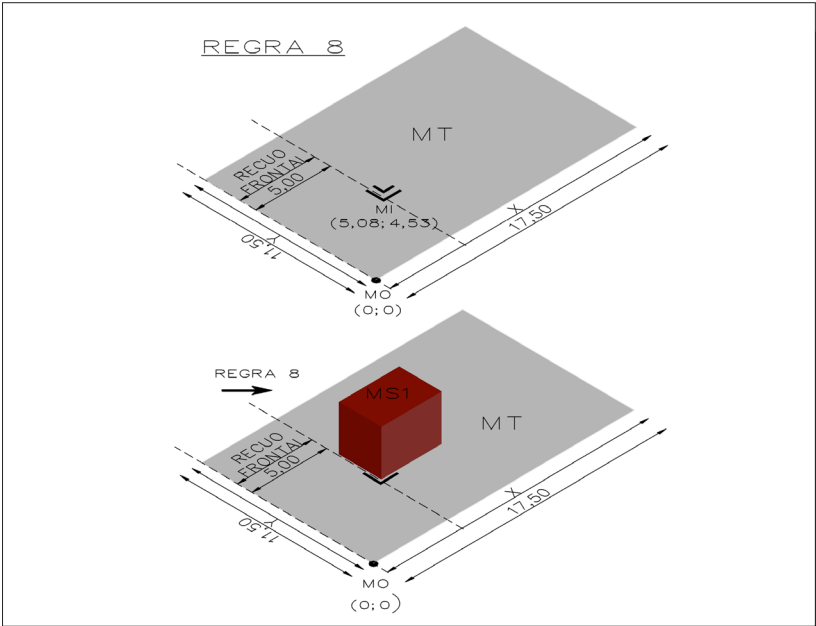
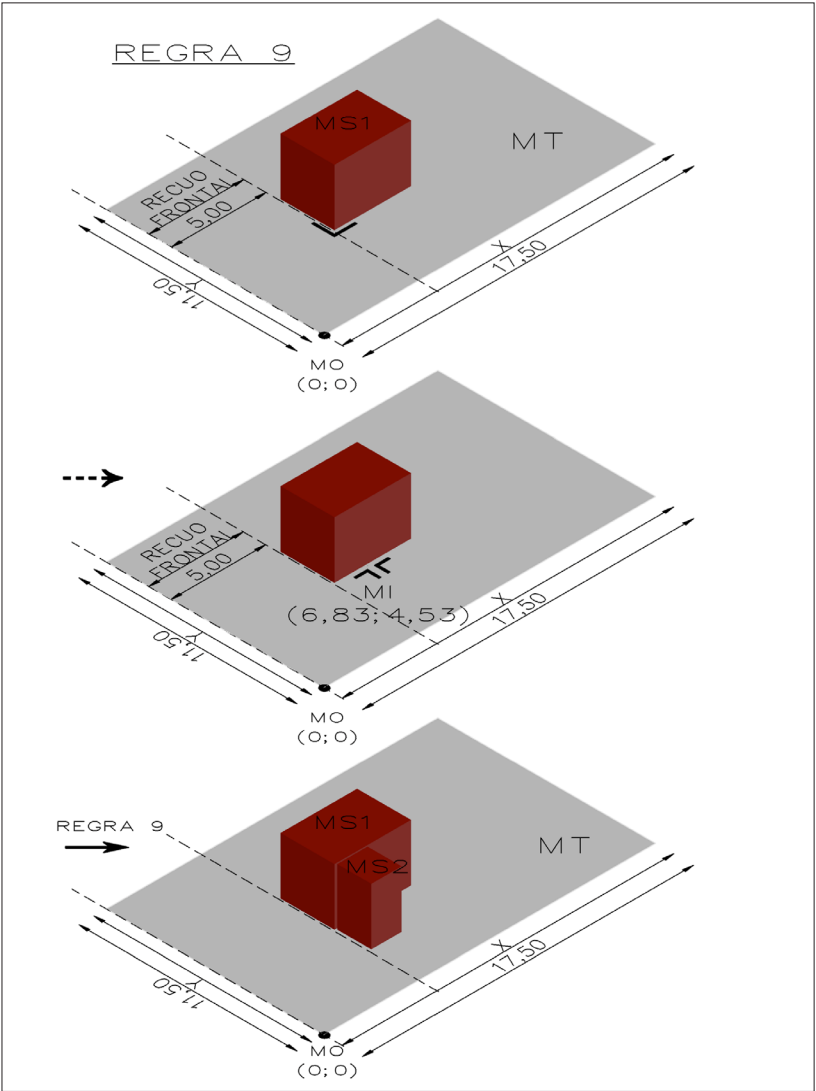


Figura 9: Regra 8.  
Fonte: Elaborada pelos autores

Etapa de conjugação modular

Essa etapa correspondeu à fase de manipulação dos módulos e inserção dos demais. A Figura 10 ilustra a regra 9, em que, a partir do módulo social 1 (MS1) já inserido, indicou-se com o segundo marcador de inserção o próximo módulo a ser incorporado, o MS2.

Figura 10: Regra 9.  
Fonte: Elaborada pelos autores



Na regra 10 (Figura 11), a partir do MS2 já inserido, indicou-se com o terceiro marcador de inserção o próximo módulo a ser incorporado, o MH1.

Na regra 11, ainda na mesma figura, a partir do módulo hidráulico 1 já incorporado, indicou-se com o quarto marcador de inserção o próximo módulo a ser inserido, o módulo privativo 1 (MP1).

Na Figura 12, a demonstração da regra 12 é ilustrada a partir da locação do módulo privativo 1. Indicou-se com o quinto marcador de inserção a incorporação do módulo hidráulico 3 (MH3). Essa figura também ilustra a regra 13, em que, a partir do módulo hidráulico 3 já inserido, indicou-se com o sexto marcador de inserção o próximo módulo a ser incorporado, o MH2.

A Figura 13 ilustra o processo de adição do próximo módulo (MC), a partir da inserção do sétimo marcador de inserção (regra 14).

A regra 16, demonstrada na Figura 14, ilustra a inserção do MF, indicando o término de inserção de módulos da etapa correspondente.

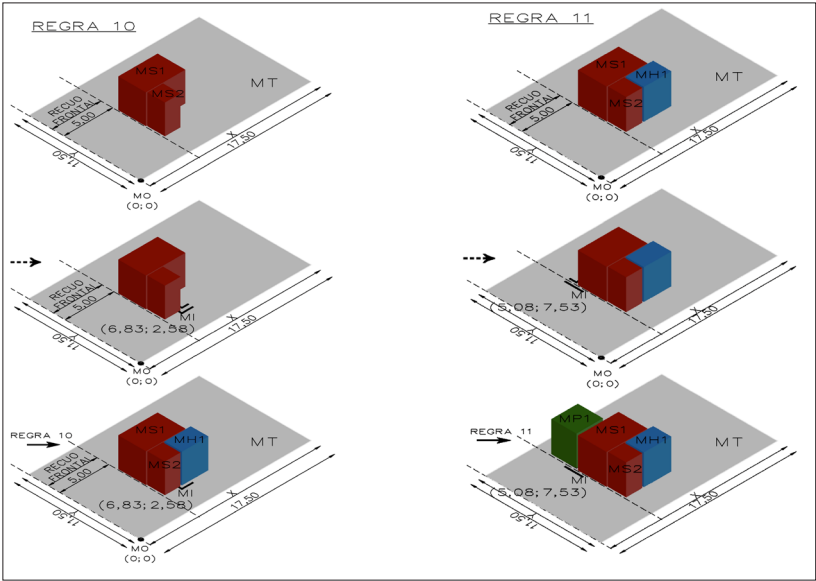


Figura 11: Regras 10 e 11.

Fonte: Elaborada pelos autores

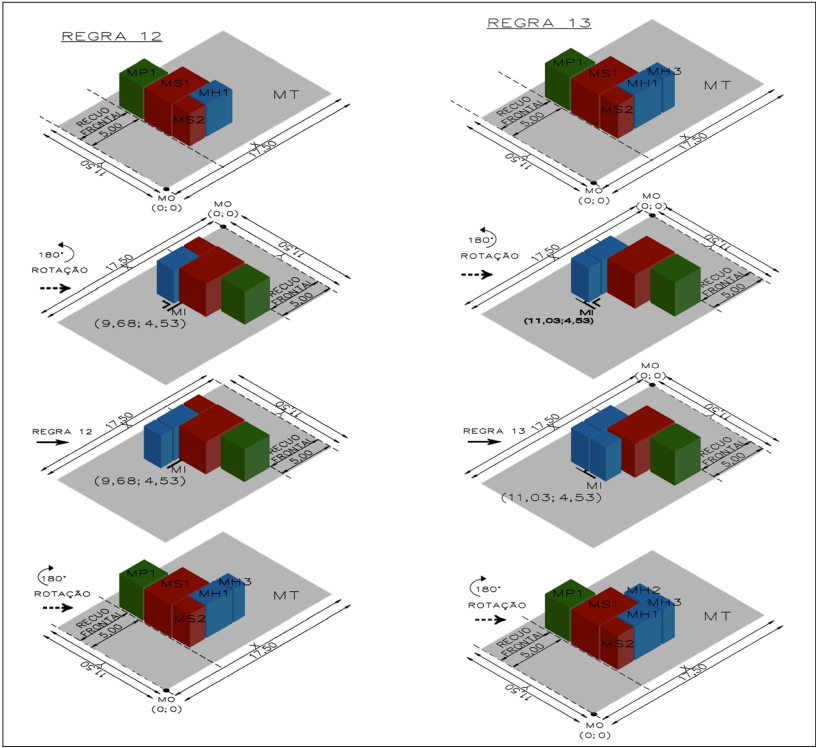


Figura 12: Regras 12 e 13.

Fonte: Elaborada pelos autores

Figura 13: Regras 14 e 15.

Fonte: Elaborada pelos autores

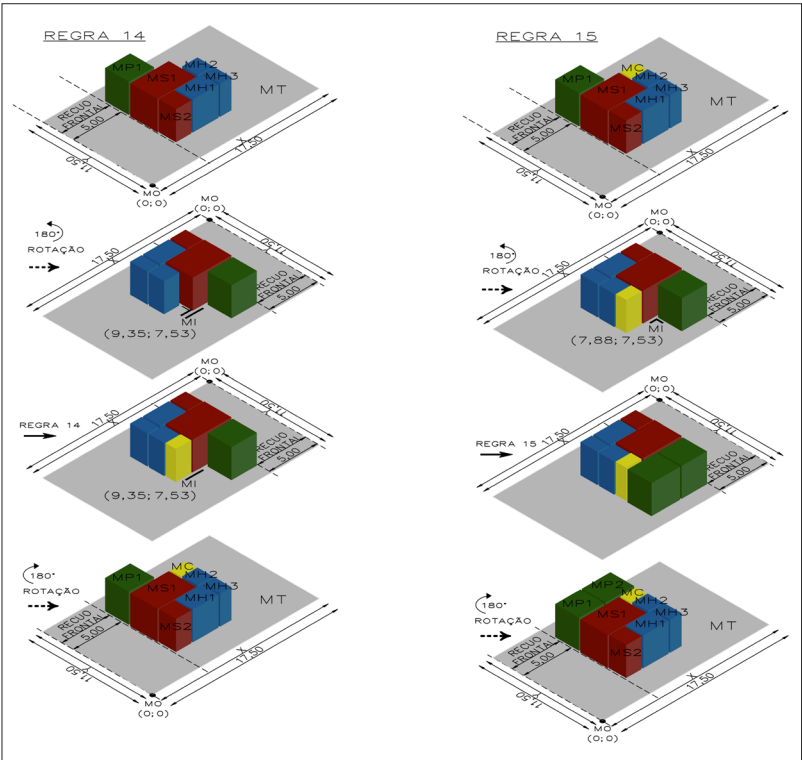
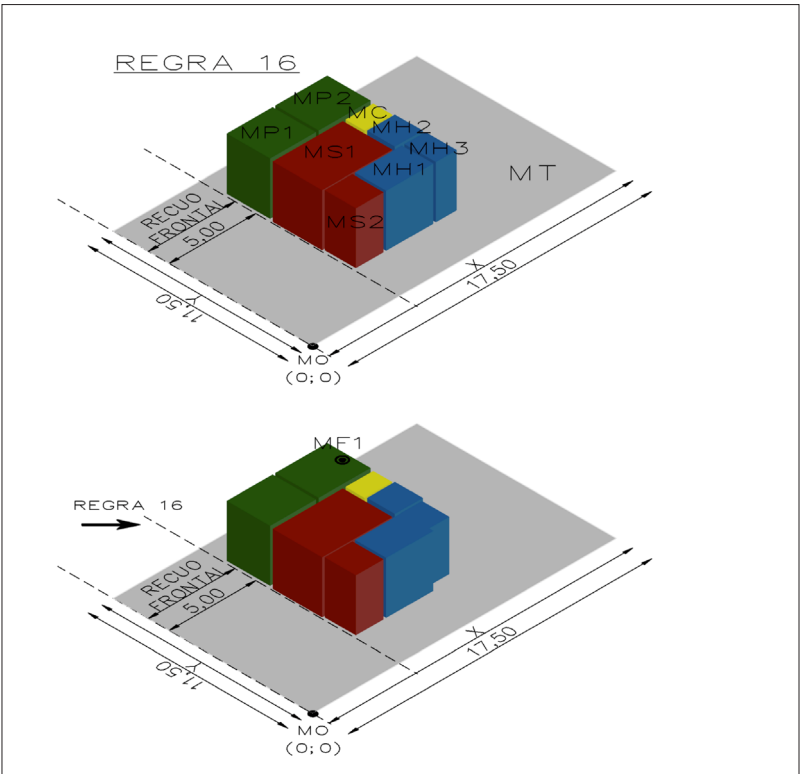


Figura 14: Regra 16.

Fonte: Elaborada pelos autores



**Etapas evolutiva**

Essa etapa corresponde à fase em que ocorre a adição dos módulos de expansão (módulos evolutivos). A etapa é concluída pela formulação de



três regras. A partir da inserção do marcador de finalização da etapa de conjugação modular, inicia-se a fase consequente (etapa evolutiva). A Figura 15 apresenta a regra 17 com a adição dos módulos evolutivos 1 e 2 (ME1 e ME2), ao inserirem-se os marcadores de inserção 8 e 9; e a regra 18 (Figura 16), com a inserção do décimo marcador de inserção, demonstra a adição do terceiro módulo evolutivo à etapa (ME3).

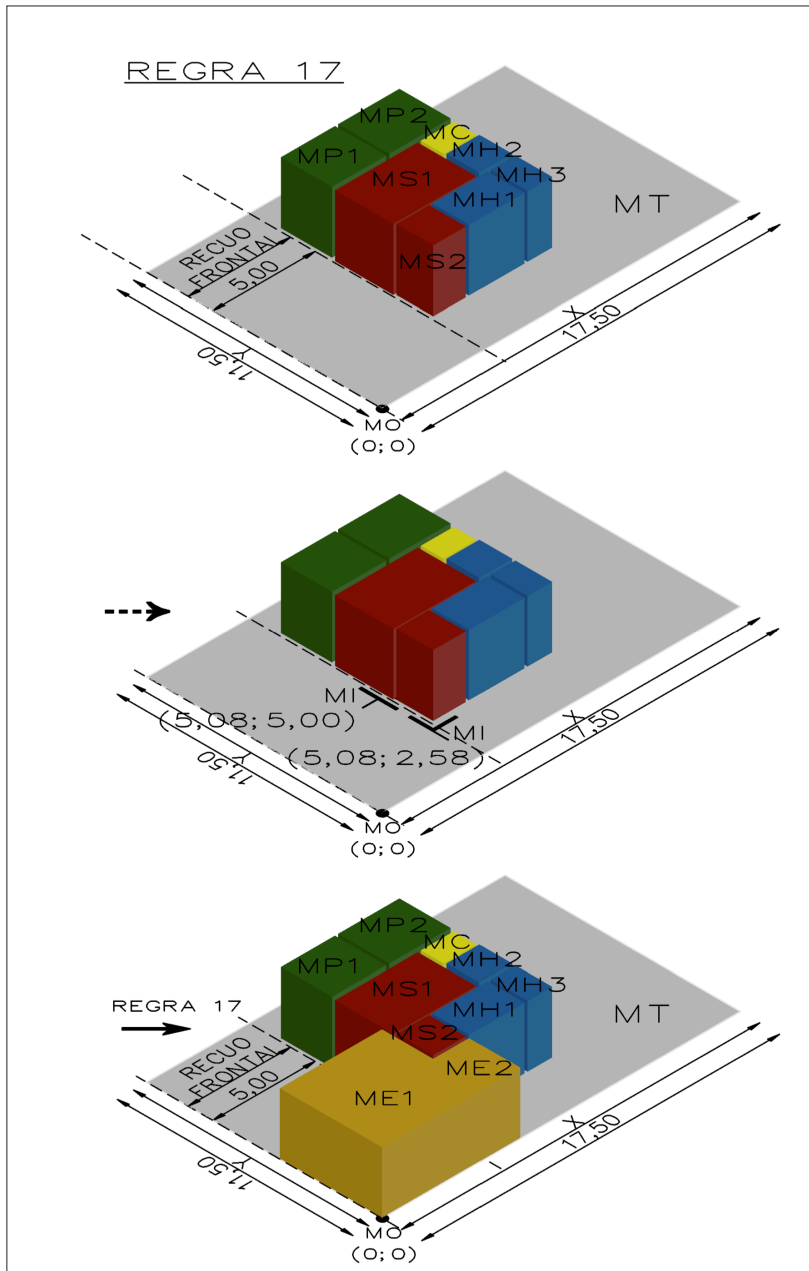


Figura 15: Regra 17.

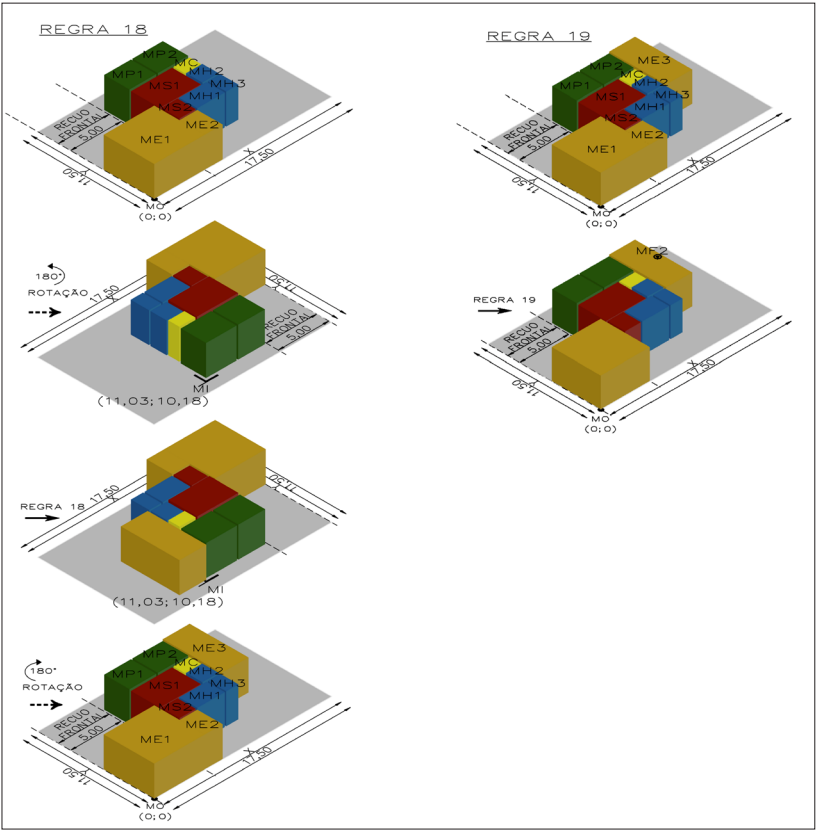
Fonte: Elaborada pelos autores

A Figura 16 ilustra a aplicação da regra 19, em que, a partir da adição do último módulo evolutivo (ME3), ocorre a inserção do MF, indicando assim o término de aplicação de regras da etapa correspondente (etapa evolutiva).

Com a aplicação da gramática da forma como ferramenta de projeto, foi possível apurar as regras de composição das formas geométricas desenvolvidas no projeto, da etapa inicial até a etapa de ampliação (evolução). A partir de um ordenamento sequencial de regras, a gramática permitiu compreender todas as fases de implantação, desenvolvimento e evolução da edificação no terreno.

Figura 16: Regras 18 e 19.

Fonte: Elaborada pelos autores



Foi possível, ainda, analisar a capacidade de expansão da edificação, ou seja, seu potencial evolutivo. A Figura 2 mostra que o coeficiente de ocupação aferido da edificação foi de 23,48%. Assim, considerando que o coeficiente de ocupação permitido é de 50% da área do terreno, a edificação apresenta potencial evolutivo, pelo fato de possibilitar a expansão dos espaços proporcionados no projeto.

Considerando que essa tipologia de habitação é entregue ao seu usuário apenas com os cômodos básicos (sala, quarto, cozinha e banheiro) e sem qualquer tipo de ampliação, então a provisão de espaço (especialmente a garagem) se torna imprescindível. Assim sendo, o coeficiente de evolução confirma que o potencial evolutivo da habitação contempla reserva de espaço para a inserção de mais dois módulos evolutivos (dois cômodos) além da garagem. Esses novos ambientes são inseridos na fase evolutiva da gramática, a partir das regras específicas de inserção dos módulos.

Com respeito aos critérios atendidos pela configuração do arranjo espacial da habitação, no que se refere ao sentido de expansão da moradia adotado por Brandão (2006), podem ser feitas algumas observações. Primeiro, que o posicionamento estratégico do módulo de circulação permite a interligação entre o módulo evolutivo e os demais setores da habitação, evidenciando assim o sentido de expansão da moradia. Segundo, que o arranjo espacial da habitação permite sua expansão com a inserção de três módulos evolutivos (do cômodo extra ou multifuncional, da garagem e de um complemento da garagem).

Também pode ser observado o posicionamento estratégico com o agrupamento dos módulos hidráulicos (banheiro, área de serviço e cozinha), o que tradicionalmente tende a trazer economia pela concentração das instalações hidráulicas, embora essa estratégia nem sempre proporcione a flexibilidade do arranjo espacial.

Por fim, ainda a respeito da configuração do arranjo espacial da habitação, observou-se o agrupamento dos setores funcionais da moradia (íntimo, social e serviço), critério de organização e ordenamento tradicional dos espaços.

## FLEXIBILIDADE DO ARRANJO ESPACIAL

Essa etapa consiste na verificação da concordância do arranjo espacial da habitação aos pré-requisitos de projeto flexível. A partir da planta baixa, foram verificados em quais quesitos relacionados à flexibilidade os projetos se enquadram (Quadro 2). Como parâmetro de análise, utilizou-se o conjunto de diretrizes organizado por Brandão (2006).

A partir da análise do arranjo espacial, foram observados os seguintes aspectos:

- 1) A habitação atende a dezesseis requisitos de projeto flexível dos trinta relacionados, considerando que alguns não permitem ser analisados com a utilização da gramática da forma.
- 2) O arranjo espacial propicia a expansão e evolução da tipologia em até 26,52% da área do terreno, o equivalente a aproximadamente duas vezes o valor da sua área construída.
- 3) O fato de a geometria da cobertura apresentar a cumeeira em sentido longitudinal facilita a ampliação tanto no sentido frontal quanto posterior da tipologia (embora a gramática da forma não tenha captado essa conclusão).
- 4) O sistema construtivo convencional possibilita a separação de estrutura e vedação. Esse fator favorece futuras ampliações e adição de um novo cômodo ao corpo da casa.
- 5) Uma característica peculiar de muitas tipologias dos condomínios horizontais é a não existência da garagem. No entanto, o projeto da tipologia tem previsão para adição da garagem, devido ao recuo mínimo frontal de 5 metros.

**Quadro 2:** Verificação de atendimento aos critérios de flexibilidade

	CRITÉRIOS	CONFORMIDADE
<b>Arranjo espacial quanto à forma e dimensão dos cômodos</b>	Prover cômodos neutros e sem extremos de tamanho	Atende
	Prover cômodos ou ambientes multiusos	Atende
	Prover a possibilidade de nova disposição de porta nos banheiros	Atende
	Prever, quando possível, espaço maior para refeições na cozinha	Atende
	Estudar a inclusão ou não de corredores dentro da habitação	Atende
<b>Arranjo espacial quanto ao sentido de expansão da moradia</b>	Deixar claro o sentido de expansão da moradia	Atende
	Prever ampliação para uma garagem ou um espaço de trabalho	Atende
	Posicionar o banheiro em local estratégico	Atende
<b>Esquadrias e aberturas</b>	Posicionar estrategicamente a esquadria de cada cômodo	Atende
	Evitar variação no tamanho das janelas	
	Prever comunicações adicionais entre os cômodos	Atende
<b>Cobertura</b>	Definir a altura da cumeeira, adequada às ampliações	
	Permitir a criação de novas águas sem afetar a funcionalidade	Atende
<b>Estrutura</b>	Separar, quando possível, a estrutura das vedações	Atende
	Preparar a estrutura para receber um ou mais pavimentos	Atende
	Preparar a estrutura para receber escadas	
<b>Instalações</b>	Dimensionar as tubulações hidráulicas prevendo aumento de vazão	
	Prever paredes hidráulicas permanentes	
	Localizar adequadamente fossa e sumidouro	
	Dimensionar a tubulação elétrica para receber novos circuitos	
	Evitar luminárias centrais	
	Localizar interruptores e tomadas em pontos adequados	
	Acrescentar lavatório extra fora do banheiro	
<b>Divisão de ambientes e mobiliário</b>	Utilizar divisórias desmontáveis e/ou móveis	
	Evitar excesso de móveis fixos	
	Utilizar móveis para dividir ambientes	

continua...

Quadro 2: Continuação

CRITÉRIOS		CONFORMIDADE
Terreno e tipologias	Prever afastamento que permita ampliação frontal	Atende
	Adotar terrenos mais largos	Atende
Apoio ao usuário	Fornecer projeto de opções de possíveis ampliações	Atende
	Criar manual do usuário da habitação	

Fonte: adaptado de Brandão (2006)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo em questão não foi desenvolvido com intuito de gerar ou desenvolver um método que permita parametrizar a concepção de novos projetos de casas para condomínios horizontais, mas sim o de identificar e mensurar quesitos de qualidade observados na linguagem arquitetônica gerada na arquitetura das habitações. A análise possibilitou caracterizar a morfologia gerada no espaço arquitetônico. Além disso, a decomposição dos espaços permitiu a identificação de linguagem projetual, evidenciando os aspectos relacionados à qualidade de projeto, sobretudo por apresentar provisão e condições de flexibilidade.

A fundamentação teórica da pesquisa explorou além da temática referente à qualidade de projeto, diretrizes projetuais que potencializam a capacidade evolutiva e expansiva da habitação. Foi abordado, ainda, o formalismo da gramática da forma associada à gramática da cor, as quais foram adotadas como metodologia para análise e investigação dos arranjos das formas geradas no caso estudado.

O intuito da pesquisa não foi se embasar na gramática da forma como ferramenta para o desenvolvimento de um sistema generativo de formas ideais para habitações projetadas para condomínios horizontais. Foi, sim, identificar a formação morfológica implícita na arquitetura da habitação, através da decomposição das formas geradas nos projetos, evidenciando com isso qualidades e características peculiares a esse padrão de moradia, tais como a provisão de reserva de espaço para expansão da moradia, tanto no recuo frontal quanto no posterior. Também ficou evidenciada a setorização funcional estratégica, especialmente quanto ao agrupamento das áreas molhadas, o que permite melhor distribuição das instalações hidrossanitárias.

Ainda com relação ao potencial evolutivo da moradia, um aspecto determinante da qualidade projetual foi a possibilidade de ampliação posterior detectada no projeto. Esse aspecto demonstra a intenção de inserir a flexibilidade contínua no arranjo espacial da habitação. O propósito de utilização da gramática da forma, na decomposição da habitação em estudo, foi o de propor, de forma metódica, as possíveis alternativas de evolução e expansão intrínsecas na estrutura espacial dessa habitação, demonstrando de maneira ordenada e através de regras pré-definidas as operações espaciais ocorridas durante o processo evolutivo da moradia.

Dos resultados obtidos a partir das análises realizadas, a aplicação da gramática da forma como método possibilitou a decomposição formal dos projetos para a extração de suas regras compositivas. Estas, se aplicadas de forma reversa, possibilitam partir da forma final da habitação até chegar a sua forma inicial, o terreno. O conhecimento das regras compositivas pode definir, inclusive, formas de tipificação de arranjos espaciais que permitem classificação com base no maior ou menor potencial evolutivo obtido.

As análises aqui feitas permitem concluir que a qualidade do espaço arquitetônico da habitação é fortemente determinada pela habilidade e visão do projetista em prever condições que possibilitem e favoreçam a aplicação de princípios de qualidade e as articulações dos espaços, dimensionamentos e conexões, características que podem e devem ser previstas na fase conceitual de projeto, intentando a continuidade e longevidade da moradia.

## REFERÊNCIAS

- BRANDÃO, D. Q. Disposições técnicas e diretrizes para projeto de habitações sociais evolutivas. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 73-96, 2011.
- \_\_\_\_\_. **Habitação social evolutiva: aspectos construtivos, diretrizes para projetos e preposição de arranjos espaciais flexíveis**. Cuiabá: CEFET-MT, 2006. 94 p.
- BRANDÃO, D. Q.; HEINECK, L. F. M. Estratégias de flexibilização de projetos residenciais iniciadas na década de 1990 no Brasil: tão somente um recurso mercadológico? **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 7, n. 4, p. 71-87, 2007.
- \_\_\_\_\_. Significado multidimensional e dinâmico do morar: compreendendo as modificações na fase de uso e propondo flexibilidade nas habitações sociais. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 3, n. 4, p. 35-48, 2003.
- CELANI, G.; CYPRIANO, D.; GODÓI, G.; VAZ, C. E. V. A gramática da forma como metodologia de análise e síntese em arquitetura. **Conexão**, Caxias do Sul, v. 5, p. 15-20, 2006.
- DUARTE, J. P. Da produção em série à personalização em série. In: \_\_\_\_\_. **Personalizar a habitação em série: uma gramática discursiva para as Casas da Malagueira do Siza**. Lisboa: FCG: FCT, 2007.
- GALFETTI, G. G. **Model apartments: experimental domestic cells**. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 1997.
- KNIGHT, T. W. Color grammars: the representation of form and color in design. **Leonardo**, Oakland, v. 26, n. 2, p. 117-124, 1993.
- \_\_\_\_\_. Shape grammars and color grammars in design. **Environment and Planning B**, Thousand Oaks, v. 21, n. 6, p. 705-735, 1994.
- KOWALTOWSKI, D. C. C. K. et al. Reflexões sobre metodologias de projeto arquitetônico. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 6, n. 2, p. 7-19, 2006.
- LUDOVICO, S. S. A. **Caracterização morfológica do espaço arquitetônico de habitações concebidas para condomínios horizontais**. 2014. 130 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Ambiental) – Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2014.
- MORAIS, M.; SANTOS, L. G. M.; PINA, S. A. M. G. A leitura da gramática da forma do conjunto habitacional Campinas F da CDHU em Campinas. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, São Paulo, v. 9, n. 2, p. 23-36, jul./dez. 2014.
- MUSSI, A. Q. Projeto de HIS Evolutiva: gramática da forma para ampliação da unidade habitacional mínima. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2., 2011, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Proarq/UFRJ, 2011. p. 1-11.
- PINA, S. A. M. G.; KOWALTOWSKI, D. C. C. K. Arquiteturas do morar: comportamento e espaço concreto. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PSICOLOGIA E PROJETO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2000, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: UFRN, 2000. p. 482-491.
- ROSSO, T. **Racionalização da construção**. 1. ed. São Paulo: USP; FAU, 1980. 300 p.
- UNWIN, S. **A análise da arquitetura**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 276 p.
- VERKERK, N. M. **A general understanding of shape grammar for the application in architectural design**. 2014. 51 s. Graduate thesis (Master in Architecture) – Technical University of Delft, Faculty of Architecture, Urbanism and Building Sciences, Netherlands, March 2014.

Sonia Santos de Alencar  
Ludovico  
arqsoni@yahoo.com.br

Douglas Queiroz Brandão  
dbrandao@ufmt.br

